

中小企業における「ナノテラス」の活用

～ビジネス機会の創出に向けて～

当財団は2023年2月6日（月）に、七十七銀行本店4階大会議室において、特定テーマセミナー『中小企業における「ナノテラス」の活用～ビジネス機会の創出に向けて～』を開催し、同時にZoomによるオンライン配信を行いました。本特集では、講師である一般財団法人光科学イノベーションセンター理事長の高田昌樹様、ならびにもものづくりフレンドリーバンク事務局様の講演内容をご紹介します。

1. 「NanoTerasu（ナノテラス）」で広がるビジネスチャンス

【講師：一般財団法人光科学イノベーションセンター 理事長 高田 昌樹 氏】

－なぜ「ナノテラス」を造ることになったのか

本日は「ナノテラス」とは何か、ビジネスチャンスとどうつながっていくのかについてお話をさせていただきます。震災等を経て人口減少が進んでいる東北地域に科学技術イノベーションの集積地を作っていく、この集積地に次の世代が夢をもって、未来に向けたプロジェクトに従事していく、そこにたくさんのビジネスチャンスも生まれてくるということでもあります。

現在、ナノテラスはほぼ完成しております。われわれは、スローガンとして「Enlighten the Nano Universe to Drive a Sustainable World」と掲げています。これ

は非常に重要な言葉であり「ナノの世界を照らし、持続可能な世界を実現する。」ということの意味しています。すなわち、単に地域の話ではなく、私たちは地球規模の課題に取り組んでいく、地球規模の課題が解決されていくということです。そうすると、中小企業から見たとき、遠い存在のように思われるかもしれませんが、実はまったく逆です。

先日、仙台市内の高校でナノテラスについて講演させていただきました。150名近くの高校生の前で話をさせていただき、その後先生が生徒全員の感想文および質問を、私に送っていただきました。その中で一番多かったのは「ナノテラスは私たちが参加し、作り上げていくものだということが分かった。」というものでした。また、こういう質問がありました。「ナノテラスも建設時は世界一の施設であったとしても、建設後時間が経つとともに「古い」ものになってしまうことが懸念されると思うのですが、世界一の施設を保ち続けるため、どのようなことを行っていく予定でしょうか。」この質問にも非常に驚きました。いかにこの地域の高校生が真剣に将来のことを考えているのか。そのことに驚くとともに、ここにナノテラスを造ることにして良かったと、非常にうれしく思いました。

なぜナノテラスを造ることになったのか、そしてこの質問にどのように答えるのか、これからお話をいたします。

－「SPring-8（スプリング8）」との違い

ナノテラスの強み、これは私が13年あまりマネージャーとして仕事をしていた「スプリング8」での経験



高田 昌樹 氏

を踏まえ、このスプリング8に無いものをナノテラスに作ろうとしているのです。スプリング8もできてから20年以上は経過しました。しかし、いまだに世界一と言われていています。その理由は何か、そのヒントがジェイテックコーポレーション社（以下「ジェイテック社」）です。この会社はいわゆるベンチャーからスタートしました。大阪大学の研究室から生まれたものです。いまや世界で非常に有名な企業になっています。当社は理化学研究所とミラーの開発を開始し、このミラーがスプリング8を世界一の光にしました。

この企業が作った鏡、ミラーは正式には難しい名前ですが、外国人も面倒で「大阪ミラー」と呼んでおり、「大阪ミラー」の一言で分かる、そういったブランドを作り上げました。さらにはIPS細胞の培養などの機械にまで発展していく。このような先端計測と持続可能な産業発展をつなげたのが、このジェイテック社であり、精密工学で高度化し、放射光で評価して、さらに技術を上げるといった循環をやっています。するとここに色々な中小企業が関わってくる、というわけです。やはりこういった技術というのは大企業からというよりはむしろ中小企業、特に地元。スプリング8の場合ですと大阪から生まれています。

もう一つの例は私自身の研究です。スプリング8ではパナソニックが開発したDVDの光記録をナノで解明しました。みなさんはDVDで記録するとき、ディスクが高スピードで回り、レーザーで記録しているのはご存知ですが、それはナノ秒（10億分の1秒）の瞬時の間に、原子の破片をアモルファス相と呼ばれるぐちゃぐちゃの状態にしてしまう。それを元に戻す。こういった技術で記録しています。実は物自体はできていました。しかし、実際にはどうなっているか分かっていなかった。それをスプリング8で2011年に明らかにしました。この研究成果を出すうえで、やはり中小企業が非常に活躍をしております。

レーザーをあててディスクを焼く、その直後にナノ秒というスピードで放射光の光を当てて分析するわけです。このタイミングはピコ秒（1兆分の1秒）でやっています。それをちゃんとコントロールする装置が必要になりました。しかし、どうしてもずれます。それを補正する装置、これを作ったのが埼玉県にあるキャンドックスシステムズ社ですが、これを製品化しました。

同時にここでピコ秒のパルス光を振り分けるチョッパーがあります。このチョッパーの溝があったところに光だけが通っていくのですが、そのタイミングをピコ秒で測ります。これは兵庫県相生市の町工場で作りました。

こういったものがさらに広がって製品になっていきます。このようなエンジニアリングが、ナノテラスではこれからどんどん必要となっていく、一般製品化していく。そのようなビジネスチャンスが生まれていきます。

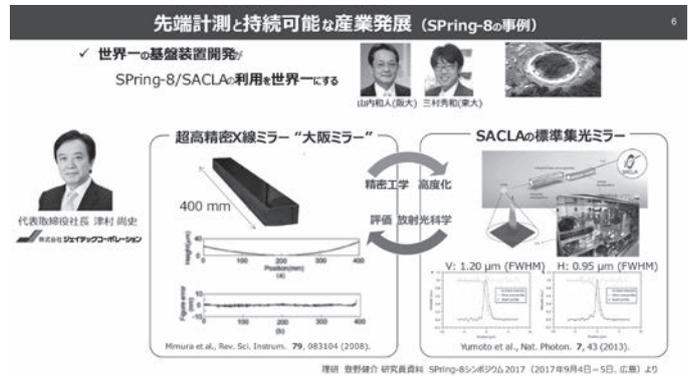


図1 スプリング8の「大阪ミラー」

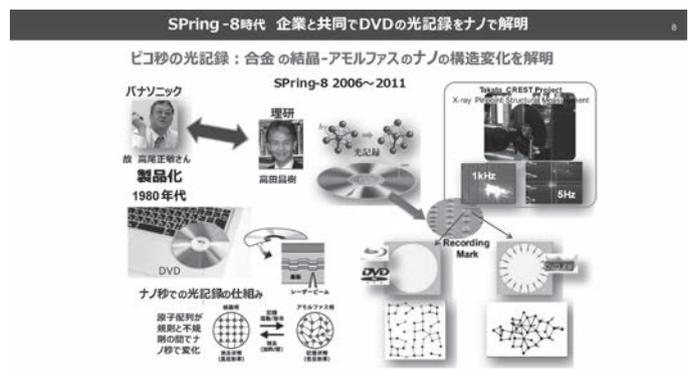


図2 企業と共同でDVDの光記録をナノで解明

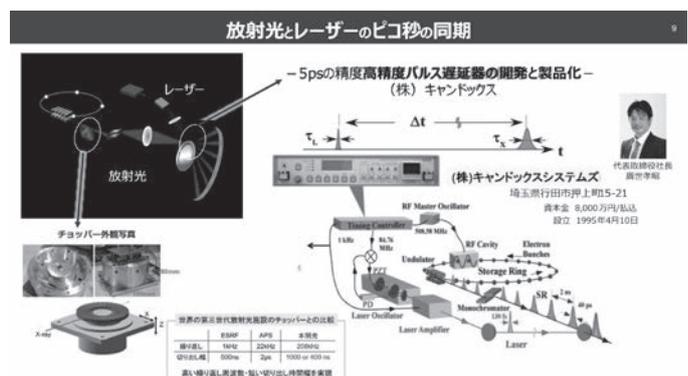


図3 放射光とレーザーのピコ秒の同期

更には私自身が2008年、「フロンティアソフトウェア産学連合体」を立ち上げました。ソフトウェア、プラスチックとかポリマーなどのものを作る企業から資金を集め、専用のビームラインなどの実験施設を作りました。ここでは企業と学術の先生が対一になり、成果を出しました。その成果とは「エナセーブ」、「ブルーアース」や、「エコピア」などのエコタイヤであり、企業がそれぞれ違う先生と組んでしのぎを削り、光を使って生み出されました。ですから科学技術イノベーションが放射光施設に集積するというのは、まったくもって不思議ではありません。さらにはエンジニアリングとか、新しい材料が生まれてきます。

また、「スプリング8でできた、だからそれでいいじゃないか。」という意見もありますが、違います。ナノテラスにはスプリング8には無いものがあります。それは何か。スプリング8では、高度な解析によってモデルしか出てきませんが、ナノテラスでは直接、ナノのレベルで「可視化」ができます。例えばエコタイヤではゴムの形を整え、堅くするため、昔は黒鉛の粒子を入れていましたが、今はシリカのナノサイズのボールを入れています。これがきれいに分散すると、タイヤが変形しにくくなる。タイヤが変形しにくいと、道路を動くときにタイヤが変形しないので、摩擦が小さくなる。だから燃費が良くなる。これがエコタイヤの原理です。

スプリング8ではデータから解析をし、確かにゴムのところにナノのボールが分散している、といった想像図を描いています。

それに対し、ナノテラスでは実際のゴムの中にシリカのボールが固まってしまっていますよ、と。いわゆる可視化です。加えて今は、データ科学やAIの活用により、直接可視化したものを使い解析

をし、シリカのボールをバラバラに散らすためにはどうしたらいいか、答えを出す。ものづくりとしっかりつながっていく。ここがナノテラスがスプリング8と違うところです。企業がどんな企業でも、高度なものを持っていなくても、中小企業でも参画できるのです。ここがナノテラスの大きな強みです。

もうひとつスプリング8との違いはコアリションの形成です。先ほど言いました産学双方対一の組み合わせは同じですが、ナノテラスは大学のサイエンスパークの中にあります。サイエンスパークの中で今、大学が始めているのは、スタートアップであるとか、分析会社とか、そういったサービス事業群の立ち上げです。ここがしっかりと企業の皆様と専門家との間をつなぐ、そういった共創で課題解決を実行することが大きな違いとなっています。先ほどお話しした先端の科学技術イノベーションが集積するというのは、そういった意味であります。

海外の例を見ますと、スタートアップがどんどんできています。スイス・チューリッヒ郊外にある放射光施設ですが、この周りに様々なスタートアップ企業が生まれています。例えば、X線検出器の会社は2006年に数名でスタートしましたが、今では世界的な企業になっています。さらに現在は様々な事業に拡げています。すなわちナノテラス、放射光施設に集まってくる企業からの色々なリクエストに応じているうちに市場が開拓できるというわけです。

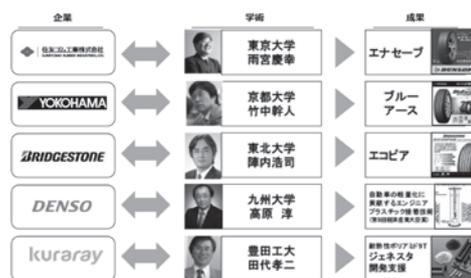


図4 産学連合体ビームラインの成果

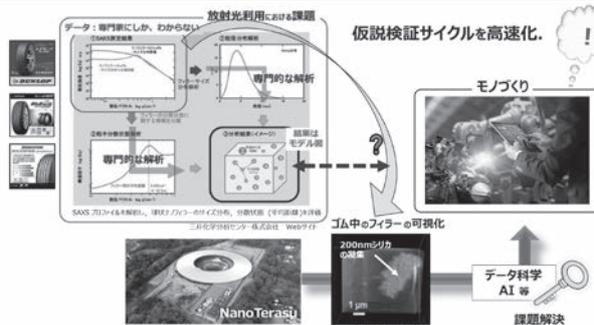


図5 可視化による課題解決

一東北大学サイエンスパーク

課題解決の本丸として東北大学のサイエンスパークがナノテラスの強みになります。企業もナノテラスがあるだけでは参画しませんが、こういったサイエンスパークがあり、そして大学がしっかりと一緒に取り組んでいる、そこが企業にとって大きな魅力です。今までにない新しい取り組みであり、放射光施設だけではなく、電子顕微鏡であるとか、そのほかの計測技術も集積させて、いろいろなところから出てくる膨大なデータ、これでビジネスをやっていく。そしてこういったものを取り扱うビジネスというのも色々とスタートしてくるわけです。

コアリションを形成する大手の企業は、140社に手を挙げていただいています。われわれは1,500回以上企業と対話しておりますが、分かったことは、これまでの1社で1から10までやってしまう垂直統合型の産業構造では、国際的にはやっていけない、ということです。

このサイエンスパークは水平分業型の分業構造を作ろうとしています。水平分業型の構造というのは、大企業がただ来ているだけではなく、さらにその裾野として地域の中小企業にビジネスチャンスが生まれてくる。それを我々は構築しようとしている。後ほどお話が出るとは思います、「ものづくりフレンドリーバンク」は、その水平分業型の裾野としてしっかりと地域がナノテラスに密着している形で進めていく位置づけになっています。

また東北大学では、放射光生命農学研究センターを立ち上げ、漁業や農業の問題にも取り組んでいます。冷凍技術の可視化、農業ではどのような形で栽培・収穫をする、それはいつが最適なのか、なぜ朝どれの枝豆はおいしいのか、などの解明に先生方が取り組んでおられます。



図6 東北大学サイエンスパーク

一「見た」だけで終わらせない研究開発DX

みなさまの様々な日常の困りごと、これを可視化することが、ナノテラスでできるということです。しかし、ここで疑問が出てきます。「見ただけでは何も解決しないのでは。」スプリング8もここで終わっていました。

ナノテラス、もしくはサイエンスパークの違いは、ここから先が作られているということです。「見ただけで終わらせない研究開発DX」です。研究開発DXとは何か。見ただけでなく、しっかりと

モデル化と予測、計算をすることによってはじめて研究開発につながる。そうするともっと新しいものが必要になる。このようにして循環を作っていく。これがサイエンスパークでの研究開発DXです。

タイヤのゴムが壊れるシミュレーションでは、シリカのナノボールを引っ張っていくと、その周りにいろいろな分離が起こっていく。今までは実際にどうなっているか見るができなかったため、本当の意味での再現ができませんでした。ナノテラスができて、壊れるところが再現でき、様々な違う条件下でどのように壊れるか、予測することができる。そうすると壊れない製品の開発につながることができる。

私たちは可視化という武器を持っています。加えてコアリション、水平分業型の産業構造をサイエンスパークに作り、しっかりと可視化と企業の製品開発をつなぐ仕組みを作る、これがサイエンスパークの全体の構想です。

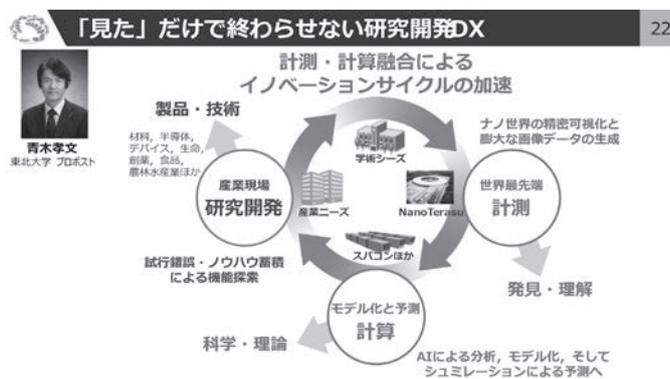


図7 研究開発 DX

DXについては、参画企業も具体的に動き出しました。NTTグループは企業として参画し、青葉区中央に「アーバンネット仙台中央ビル」を造られました。こことサイエンスパークをネットでつないで、コアリションの企業と学術、もしくは企業同士のつながる場所にしていきたい、ということでした。

「船は港にいれば安全だが、それでは船の用をなさない」、これはケインズの言葉です。船は着々と準備しました。ぜひこの船に乗っていただきたい、ということが本日の私のメッセージです。

一 アポロ計画に学ぶ

我々が進めていることはアポロ計画にも似た部分があります。1962年に発表されたアポロ計画は、月へ人類を送り込むという、当時はできるかどうかわからないミッションでした。このミッションが技術や行動力の最善と言われるものを集結しました。今から言えばイノベーションという形です。1969年にはしっかりと月へ運び込んでいます。今よりもっと昔にやり遂げたのはなぜか。このミッションが起こったことにより、様々な課題が出てきます。様々な課題の結果、出てきたものは燃料電池です。アポロ計画では燃料電池が初めて使われました。

カメラ付き携帯電話やアスレチックシューズ、浄水器などは全て課題から生まれています。大きなミッションを持ってくれば、色々な業種の課題が生まれます。

先日、「ナノテラスではどういう分野が進むんでしょうか。」と聞かれましたが、「私はどの分野もです。」と答えました。この、月へ人類を送り込むという時に何が起きたかという、食品からシューズ、燃料電池など、ありとあらゆる分野のものが課題を持って解決された。すなわちそれが本当のイノベーションです。そして、それが仙台に起きるのです。ですので、冒頭に申し上げました、この私たちのスローガン「持続可能な世界を実現する」、これが私たちのミッションです。

一 サーキュラーエコノミーシステムの構築

もうすでにミッションのひとつを持ち込んでいます。それがサーキュラーエコノミーシステムの構築です。今は原材料や石油を輸入し、それをプラスチックにして、使って捨てる。もし石油の輸入が停止したら、経済は破綻します。サーキュラーエコノミーシステムとは、石油などが入ったら、それを回収してリサイクルして、ずっとこのシステムの中でまわしていく。輸入が断たれても何とかやっていける仕組みを作っていくことです。

この仕組みはヨーロッパが作りました。なぜか。彼らがこの仕組みを使い、自分たちの経済的な領域を確立し、イニシアチブを握るためです。今ここで規制を作ろうとしています。この環境規制にしっかりと適合していかないと、我々は排除されてしまいます。大事なことは、この中でその規制をむしろ私たちのほうで作ってしまうことであり、この社会、マーケットを作っていかなければならない。



図8 DX時代に向けた参画企業の動き

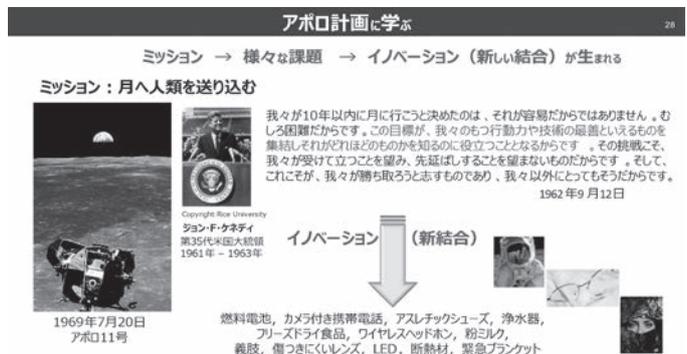


図9 ミッションから生まれるイノベーション

既に色々な規格が決められていたら、私たちが、いくらい製品を作っても、その規格に適合しないと製品が輸出できません。今企業は非常な危機感をもってそれに臨んでいます。例えばコアリションに入った企業がある製品を作っているとします。私たちはその製品をよくするためにナノテラスが使われるんだろうと思います。でも彼らが一番危機感を持っているのは、その製品を入れるプラスチックのケースです。これが規格によってはじかれてしまうと、中に入っている製品がいくら良くても、それを輸出できません。食品も同様です。色々なパッケージがちゃんとリサイクルされるものなのか。それがなければいくら良い製品を作っても輸出できなくなります。さらに、環境問題にきちんと協力しなければ、その特許をオープンにさせられるという恐れも出てきます。そこで、サーキュラーエコノミーシステムに関する標準規格を作り、市場を設計していく。ここにナノテラスを使おうということです。そして、地域の中小企業がこのナノテラスに密着し、情報を得て、そこでアドバンテージを持っているということが大事なことです。

加えて「デジタルプロダクトパスポート」を作ろうとしています。これは何かというと、開発素材・製品から分離回収品・リサイクル材まで包括的に分析し、企業と連携のうえ、客観的に各素材の循環因子を決定（保証）し、標準化の決定や規格をパスポートとして発行する仕組みです。

このサーキュラーエコノミーシステムの問題は、まさに、持続可能な社会の構築に最も大事なことであり、それをここ仙台から取り組んでいくというわけです。

一様なミッションに挑戦するナノテラス

ナノテラスの計画は、実は2011年の東日本大震災の1週間後に作りました。3月の震災直後の様子を私はテレビで見えており、これは何とかできないものか、科学技術でここを救えないものか、ということを考え、スプリング8の私の上司に、この地域に放射光施設を作れば、科学技術イノベーションを集積し、この地域を震災以前よりもさらに発展させることができる、それが貢献じゃないか、と話しました。その後4月に計画書を作り、8月に東北大学の先生に検討してほしいということで計画書を渡しました。

2015年にはやはり私が行くべきだということで、この地に移ってきました。すぐに私は被災地を回り、自分が何をすべきかを、この目に焼き付けました。ですので、この計画を推進してきた私たちの中では、この東日本大震災というのは常に特別なことです。

しかし、同じ2015年6月にこの計画はいったん白紙になりそうになりました。そのとき、これはしっかりと公共投資と民間投資を併せる形で、企業から資金を集め、新しい形で進めるべきではないか、と。逆にそういった提案をして進めてまいりました。それでこのコアリションという考え方を、東北からのアイデアとして創り出したわけです。

そのため、このナノテラスの計画というのは、この地域に計画が向こうからやってきたものではありません。誘致ではありません。この地域が震災を乗り越えて勝ち取ったものです。ですから、皆様にもぜひご協力をいただきたいと考えています。このコアリションという考え方は、この2015年からいろいろな方々が努力を

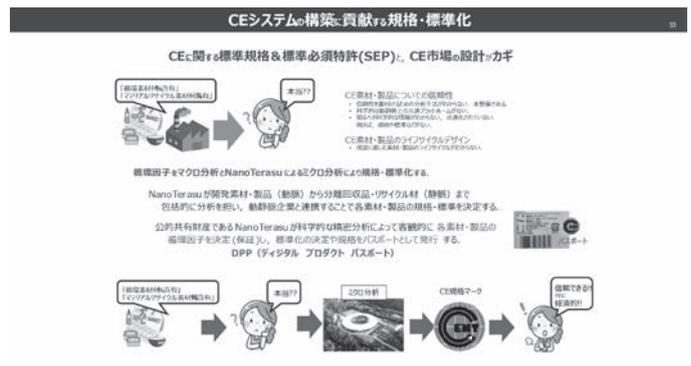
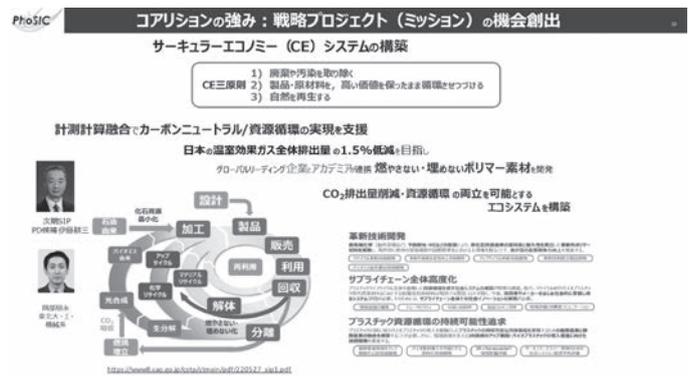


図10 サーキュラーエコノミーシステムとデジタルプロダクトパスポート

し、どんどん進化をしています。その結果として、様々な方々がここを訪問し、G7の科学技術大臣会合も、このナノテラスがあるということで仙台での開催が決定したわけです。

経団連も、「日本は断固たる決意で科学技術立国を目指している。ナノテラスがその一翼を担うことを期待している。」という声明を出していただき、着目をしてくださっています。あと1年でナノテラスが始動するわけですが、準備も着々と進んでおります。予定通り建設が進んでおり、7本のチームラインは、気候変動など様々なミッションに挑戦することになっています。

このチームラインと呼ばれる実験室は、28本設置可能ですが、まずこの7本で感染症対策、マテリアル革新力、Green Innovation、そしてSDGsなどのミッションに取り組んでいきます。これが大企業だけではなく、先ほど申し上げた水平分業型で、この地域の中小企業としっかりとタッグを組む形で、サイエンスパークで展開されるわけです。

ですので官・民・地域の多彩なアクターが参画し、こういうことで初めてイノベーションエコシステムが生まれ、大企業が使うだけであれば、その場限りの分析で終わりますが、ここにしっかりとミッションが入ってくる。地域の中小企業が、スタートアップが、そして大学が、そして地域の自治体、そういったものも加わっていく。それで初めてイノベーションエコシステムができるのではないかと、ということを私たちは実践しようとしています。

グスタフ・ノッサルというバイオテクノロジーの有名な先生が、「放射光がどのくらい有用なものになるかは、私達の想像力の大きさで決まる。」と言っています。このナノテラス、そしてサイエンスパークをどう使いこなすかは、私たち地域次第であるということです。ナノテラスは東北から日本のイノベーションを変える柱石となる。それに対して私たちはしっかりと責任を持って取り組んでいくつもりです。ぜひともこのナノテラスへのご支援とご協力をお願いします。

2. ものづくりフレンドリーバンクの取組みについて

【講師:ものづくりフレンドリーバンク事務局(東経連ビジネスセンター内)】

私も東北経済連合会は次世代放射光施設の地域パートナーの一員であり、光科学イノベーションセンター様(以下「PhoSIC」)はじめ、宮城県様、仙台市様、東北大学様と連携をしながら、東北・新潟の企業様向けに次世代放射光施設「ナノテラス」の紹介活動を行っています。

高田理事長様からご説明がありましたとおり、ナノテラスは世界最先端の性能を有し、東北6県と新潟県の産業競争力の強化に大きく貢献できる施設です。通常、民間企業は一口税抜き5,000万円の加入金をPhoSIC様に拠出し、コアリションメンバーになることによって、年間200時間、10年間にわたり利用する権利を獲得できるというスキームです。しかし5,000万円という金額を単独で拠出することは地元の中小企業様には相当難しい、という課題がありました。

経団連 十倉会長コメント(2022年10月18日)

会長コメント/スピーチ 記者会見における会長発言
東北地方経済懇談会後の共同記者会見における十倉会長発言要旨(抜粋)

一般社団法人日本経済団体連合会2022年10月18日
<https://www.keidanren.or.jp/speech/kaiken/2022/1018.html>

【ナノテラス】

次世代放射光施設「ナノテラス」は、物質の反応プロセスを可視化できる素晴らしい施設である。世界中から研究者が集い、先端科学技術の拠点となり、起業が増えることも期待される。東北の新しい魅力を体現する場であるが、潜在力はそれにとどまらない。日本は断固たる決意で科学技術立国を目指している。ナノテラスがその一翼を担うことを期待している。

役職	氏名	所属
会長	十倉 雅和	住友化学会長
副会長	藤田 啓郎	東日本旅客鉄道会長
副会長	中村 邦典	住友商事会長
副会長	平野 啓行	三菱UFJ銀行特別顧問
副会長	藤原 弘典	日本電信電話相談役
副会長	安永 康夫	三井物産会長
副会長	藤原 敏昭	日立製作所会長
副会長	小宮 明彦	アール・ホールディングス会長
副会長	永野 毅	東京海上ホールディングス会長
副会長	遠藤 信博	日本電気特別顧問
副会長	永井 清二	野村ホールディングス会長
副会長	事務局長	久保田 一



図11 経団連会長コメント

気候変動など、様々なミッションに挑戦する



図12 様々な課題に挑戦するチームライン

そうした課題を踏まえ、東経連ビジネスセンターでは、地域の中堅・中小企業の皆様にも無理なく資金を拠出し、同施設を利用いただくことができるよう、2019年の9月に任意団体である『ものづくりフレンドリーバンク（以下「MFB」）』を設立し、会員募集活動に努めています。

具体的に申し上げますと、MFBが一口税抜き50万円の小口資金を募り、コアリションメンバーとしてPhoSIC様に加入金を拠出し、MFBの会員企業が共同で利用するという仕組みです。仮に一口ご加入いただいた場合、会員企業に出資していただくのは、5,000万円の出資金を100分割した50万円のため、年間利用時間も200時間を100分割した2時間となります。会員企業様には想定される利用頻度に応じてご加入いただいております。中には10口以上の大口会員様もいらっしゃいます。

また、一般会員のみ年間3千円の年会費をいただき、併せて実際に施設を利用する際には、1時間あたり35千円の利用料が別途必要となります。仮に一口ご加入の企業様が年に2時間ご利用になった場合、35千円×2時間の合計70千円が必要になるという計算です。ご利用がない場合は施設の利用料は発生いたしません。

その他、MFBの主な会員サービスをご紹介しますと、MFB独自の講演会やセミナーを開催したほか、学術の先生方のご支援のもと、利用に関する1時間程度の面談をご用意した実績もございます。コロナ禍以降は実施できておりませんが、折をみて施設見学会なども検討して参りたいと考えています。ぜひナノテラスの活用に向けてMFBへの加入をご検討いただき、お集まりの企業様の技術力向上、新製品の開発などにお役立ていただければ幸いです。



図13 「ものづくりフレンドリーバンク」の概要

【一般財団法人光科学イノベーションセンター】

〒980-0845

仙台市青葉区荒巻字青葉468番地 1

【東経連ビジネスセンター】

〒980-0021

仙台市青葉区中央2丁目9番10号

セントレ東北11階(一般社団法人東北経済連合会 事務局内)



セミナーの様子